

MTA Központi Fizikai Kutató Intézet

Újabb eredmények a szív feletti hallgatódzás hagyományos aré-
inak vizsgálatával kapcsolatban

Pártos Oszkár és Bolyky János

Bevezetés

A szív, a benne lévő vérrel, a nagyerekkel és a mellkas egyéb képleteivel együtt egy komplex, mechanikai rezgő rendszert alkot, amely a szívműködés egyes funkcionális fázisaiban jellemző rezgéskomponenseket hoz létre. A mechanikai rezgések a mellkasi képletek közvetítésével a felszínre vezetődnek. Az orvosi diagnosztika e rezgésjelenségek vizsgálatában a mellkas felszínén észlelt vibrációkat (auscultatio, PCG) a szívműködés egyes jelenségeihez rendeli hozzá és az egyes meghatározott felszíni pontokon, valamint ezek környezetében, az ún. hallgatódzási aréakon észlelt hangjelenségeket a kutatási és az empirikus eredmények birtokában a szív meghatározott részeiben keletkező rezgésekkel hozza okozati kapcsolatba. Így az orvos a mellkasfelszín egyes pontjain, aréáin észlelt rezgésjelenségekből a szív anatómiai részeinek funkciójára, azok mechanikai állapotára és a véráramlási viszonyokra következtethet.

A klasszikus fonokardiográfiai diagnosztikában, a grafikusán ábrázolt kvázi-periódikus időfüggvény egyes rezgéskomponensei értékelésében a relatív idő- és amplitudóviszonyokon túl a hangvezetődési viszonyok helyes felismerésében is alapvető szempont annak az anatómiailag definiált mellkasfelszíni pontnak a megadása, ahol a felvétel készült. Bár a hangvezetődési viszonyok diagnosztikai értéke jelentős, a mellkason belüli hangvezetődés törvényszerűségei még kevésbé tisztázottak.

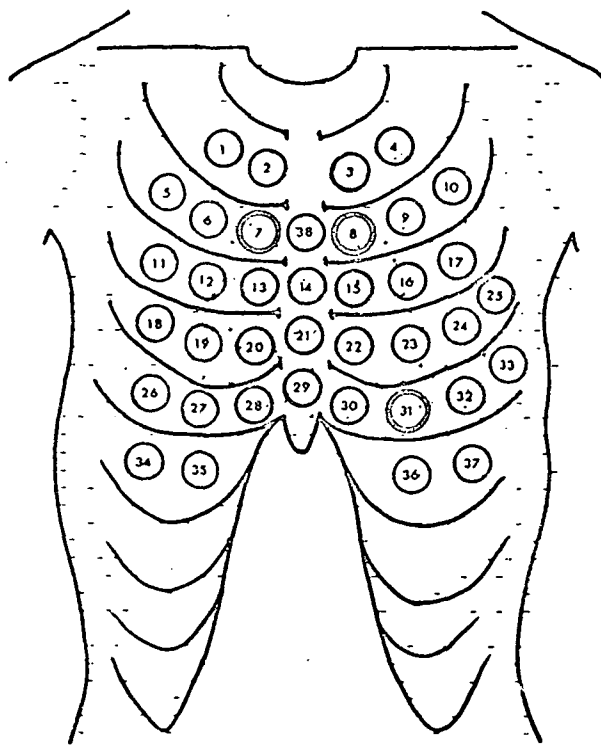
Az 1975. évi Neumann János Kollokvium keretében beszámoltunk azokról a vizsgálatainkról, melyek az orvosi diagnosztikában klasszikus három hallgatódzási aréán (aorta billentyű, pulmonális billentyű, szívcsucs) és azok környezetében ezen aréák kiterjedése egyes sajátosságainak mélyebb megismerését célozták az első szívhang vonat-

kozásában. Jelen dolgozatban a megkezdett munka további, a második szívhanggal kapcsolatban nyert eredményeiről számolunk be. Munkánkat a továbbiakban is a KFKI-ban létrehozott kiszámítógépes fonokardiográfiai laboratórium segítségével végeztük, amely lehetővé teszi a mellkasfelszíni rezgések kvantitatív vizsgálatát, és azok finomabb strukturájának tanulmányozását.

I. Mérésadatgyűjtés

Vizsgálatainkat egy normális testalkatu, 31 éves, egészséges férfi esetében végeztük. (A mellkasfelszín vizsgált mérési pontjait szemlélteti az 1. ábra.)

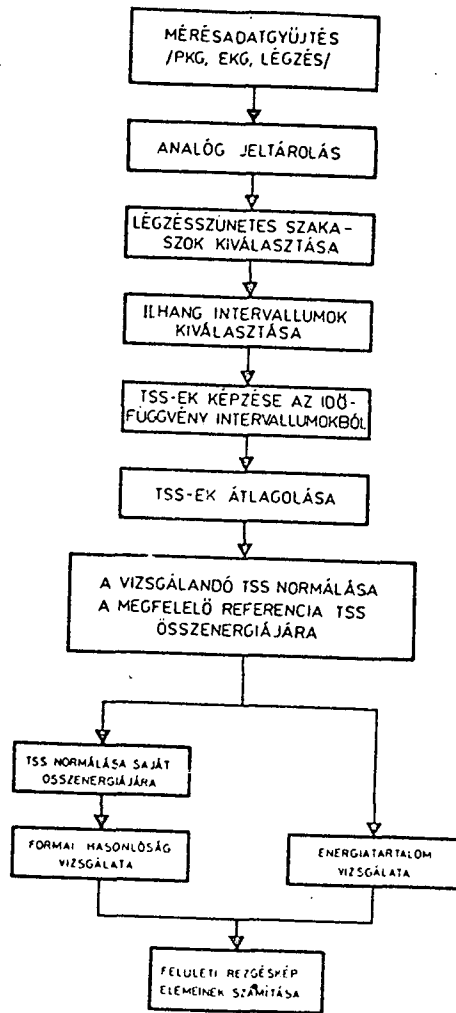
PELLUKETI TERVEZÉS



1. ábra

Mérési pontok a mellkasfelszíni rezgések vizsgálatához

Vizsgálataink teljes folyamatát a 2. ábrán követhetjük nyomon. A mérésadatgyűjtés (EMT 25 C típusu) gyorsulásérzékeny szív-



2. ábra
A mellkasfelszíni rezgéskép vizsgálatának folyamata

hangmikrofonokkal, 10-800 Hz-ig linearizált átviteli karakterisztikájú jelkondicionáló rendszerrel, a nevezett három klasszikus hallgatódzási ponton, illetve ezek környezetében, szimultán EKG és légzési görbe rögzítése mellett, hanyattfekvő helyzetben történt.

A mérés három szakaszban, (a három klasszikus hallgatódzási ponton és azok környezetében) folyamatos felületes légzésben és akaratlagos légzésszünetben, kilégzési fázisban történt. Az egyik mikrofon az adott mérési szakaszban állandóan a vizsgált klasszikus hallgatódzási ponton - továbbiakban referencia pont - volt felhelyezve. További két mikrofont pedig sorban, a referencia pont környezetében vizsgálni kívánt mellkasfelszíni pontokra helyeztünk. Megjegyezzük, hogy jelen esetben mindhárom mérési szakaszban valamennyi definiált felszíni mérési ponton végeztünk mérést.

II. Adatfeldolgozás

A vizsgálatainkból kapott adatok az akaratlagos légzés-visszatartásban, kilégzési helyzetben készített felvételek feldolgozása során, a teljes második szívhang intervallumának vizsgálatával kapott eredményeinket tartalmazzák.

A szívhangjel időfüggvényben az egymást követő szivciklusokból a második hang időintervallumok kiválasztása a szimultán rögzített EKG jel R-csúcsához szinkronizált "időablakolással" történt minden felvételi ponton. A továbbiakban egy FFT algoritmuson alapuló eljárás segítségével az egyes második szívhang intervallumokat tartalmazó időfüggvény adatblokkok teljesítménysűrűség-spektrumait (t.s.s.) határoztuk meg. Egy adott vizsgálati ponthoz rendelt, egymást követő szivciklusokból származó t.s.s.-eket átlagolva, az így nyert átlagspektrumot a pontra jellemzőnek tekintettük. Ily módon minden mellkasfelszíni pontra kiszámítottuk a hozzá rendelhető átlag t.s.s.-t, a referencia pontokra pedig az egyes felvételi szakaszok hármas mikrofon elrendezéseinek megfelelő számú átlag t.s.s.-eket. Ezeknek átlagát a referencia pontnak a mérési szakasz idejére vett referencia átlagspektrumának tekintettük. A három mérési szakasz feldolgozása után kapott, a hagyományos hallgatózási pontokhoz rendelhető referencia átlagspektrumokat mutatja a 3. ábra.

III. A mellkasfelszíni rezgéskép átlagos energia-eloszlásáról

A mellkasfelszín egyes vizsgált mérési pontjaihoz rendelt átlag t.s.s.-eket a megfelelő hármas mikrofon elrendezésnél a referencia pontra kiszámított átlag t.s.s. összenergiájának a referencia átlagspektrum összenergiájára vonatkozó arányával normálva számítottuk ki a mellkasfelszíni rezgéskép összenergia-eloszlását a második szívhang intervallumára.

A 4. ábrán látható, a táblázat megfelelő adatai alapján számszerűen is követhetők az egyes pontokban mért összenergiaértékek, az előforduló maximális összenergia százalékában kifejezve. (Az energiatartalom a sematikus mellkasábrán vizsgálati pontjaiban feltüntetett körök átmérőinek nagyságával arányos.) Látható, hogy a nagyobb relatív energiaértékkel jellemzett pontok zömében a sternumtól balra eső mellkasfélen helyezkednek el. A második hang két jellemző hallgatózási

```

# 320. UPESTUDIA 0 7. HEMESI PONTOK
#2 UPESTUDIA
1,0 0,0529 ***
7,0 0,0007 *
1,7 0,0141 *
13,0 0,0001 *****
17,0 0,0070 *****
3,4 0,0000 *****
27,0 0,0000 *****
11,0 0,0007 *****
25,0 0,0003 ****
29,0 0,1180 *****
13,0 0,0000 ****
40,0 0,0020 **
48,0 0,0020 **
50,0 0,0071 *
60,0 0,0000 *
66,0 0,0015 *
70,0 0,0000 *
8,0 0,0001 *
9,1 0,0002 *
82,0 0,0001 *
90,0 0,0001 *
97,0 0,0002 *
11,0 0,0002 *
7,7 0,0000 *
81,0 0,0000 *
107,0 0,0001 *
109,0 0,0000 *
110,0 0,0001 *
111,0 0,0001 *
113,0 0,0001 *
125,0 0,0001 *
#3 UPESTUDIA 1 1,0000

```

```

# 322. UPESTUDIA 0 0. HEMESI PONTOK
#2 UPESTUDIA
1,0 0,0000 *
7,0 0,1001 **
11,0 0,0700 *****
13,0 0,0330 *****
17,0 0,1277 ***
21,0 0,0133 *****
7,1 0,1002 *****
11,1 0,2205 *****
25,0 0,1007 *****
37,1 0,0000 *****
40,0 0,0000 *****
46,0 0,1000 *****
50,0 0,1000 *****
54,0 0,1100 *****
6,0 0,0000 **
22,0 0,0000 *
40,0 0,0010 *
9,0 0,0100 *
6,0 0,0100 *
8,1 0,0002 *
32,0 0,0005 *
60,0 0,0007 *
66,0 0,0007 *
70,0 0,0010 *
72,0 0,0010 *
101,0 0,0015 *
105,0 0,0012 *
109,0 0,0000 *
113,0 0,0000 *
117,0 0,0000 *
121,0 0,0000 *
125,0 0,0000 *
#3 UPESTUDIA 1 11,0007

```

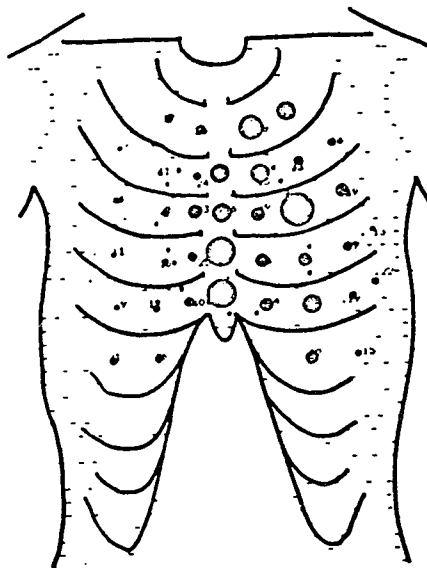
```

# 323. UPESTUDIA 0 11. HEMESI PONTOK
#2 UPESTUDIA
1,0 0,0007 ****
7,0 0,0000 *
11,0 0,1000 *****
13,0 0,0007 *****
17,0 0,1171 *****
21,0 0,1000 *****
27,0 0,0000 *****
31,0 0,2205 *****
37,0 0,0000 *****
40,0 0,0000 *****
46,0 0,0000 *
50,0 0,0000 *
54,0 0,0010 *
60,0 0,0000 *
66,0 0,0000 *
70,0 0,0000 *
72,0 0,0010 *
82,0 0,0000 *
86,0 0,0000 *
90,0 0,0000 *
92,0 0,0000 *
97,0 0,0000 *
100,0 0,0000 *
103,0 0,0000 *
107,0 0,0000 *
110,0 0,0000 *
113,0 0,0000 *
117,0 0,0000 *
121,0 0,0000 *
125,0 0,0000 *
#3 UPESTUDIA 1 0,1000

```

3. ábra
Jellemző teljesítménysűrűség spektrumok a 7-es (aorta billentyű),
8-as (pulmonális billentyű), 31-es (szívcsucs) hagyományos hall-
gatódzási pontokon

- ELÜLTI TEREP I



- ELÜLTI TEREP TÁBLÁZAT I

ALKALMI PONT SZÁMAI	JELLEMZŐI
1	27.0
2	25.0
3	28.0
4	48.0
5	7.2
6	10.5
7	24.4
8	45.0
9	43.0
10	14.0
11	12.0
12	22.0
13	45.0
14	48.0
15	39.4
16	100.0
17	28.4
18	31.4
19	15.4
20	74.8
21	67.1
22	44.0
23	36.0
24	28.9
25	12.7
26	9.4
27	19.5
28	29.8
29	22.6
30	48.8
31	53.1
32	18.8
33	22.1
34	20.8
35	25.8
36	40.2
37	15.2
38	50.3

4. ábra
A II. szivhangok átlagos összenergiája a mellkasfelszín vizsgált pontjain

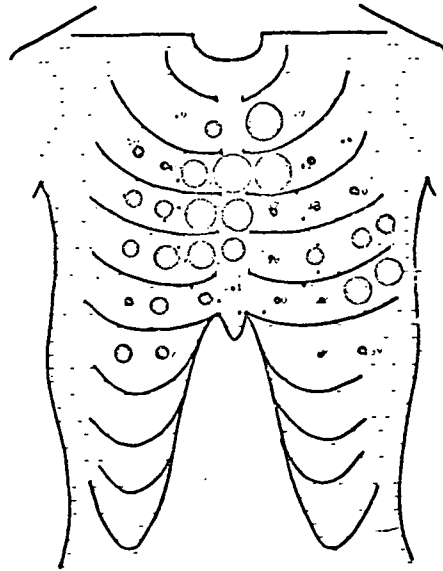
pontjának ismert aorta billentyű és pulmonális billentyű összehasonlításában az utóbbi hallgatódzási pontján jelentősen nagyobb a második szívhang intenzitása. A sternum felett elhelyezkedő (ezek a mellkasábra szimetriatengelyén fekvő pontok) vizsgálati pontokon észlelt spektrumok nagy összenergiaértékei feltehetően az akusztikailag jobban vezető közegek jelenlétével is magyarázhatók.

IV. A hagyományos hallgatódzási areák vizsgálatáról

A mellkasfelszíni rezgéskép energiaviszonyainak ismeretében a továbbiakban a t.s.s.-eknek a második szívhangok hangszínét reprezentáló formai sajátosságait vizsgáltuk, az egyes referencia pontok környezetében. Az egyes mérési szakaszokhoz tartozó mellkasfelszíni pontokhoz rendelt átlagos t.s.s.-eknek ugyanezen szív ciklusokban, a vizsgált referencia pontban képzett átlagos t.s.s.-re vonatkozó formai hasonlóságát vizsgáltuk. A viszonyokat a referencia pontra vonatkoztatott hangszín hasonlóságát mutató un. hasonlósági indexszel fejeztük ki minden egyes felszíni pontra kiszámítva. (Bármely t. s.s. önmagára vett hasonlósági indexe = 100, ez egyben a maximális lehetséges indexérték, értelemszerűen ez az érték egy adott szakaszban a vizsgált referencia pontban jelenik meg.)

A három referencia pont, a pulmonális billentyű, az aorta billentyű és a szívcsucs hallgatódzási pontjainak környezetében a második szívhangok hangszinbeli (spektrális formai) hasonlósági viszonyait sorrendben az 5., 6. és 7. ábra szemlélteti. Mindhárom ábrán látható (a sematikus mellkasábrán az egyes vizsgálati pontokon lévő körök átmérőjének nagysága arányos az adott pontban a referencia pontra vonatkozó formai hasonlósági index értékével), és a táblázatokban feltüntetett indexértékeket szemlélve számszerűen jellemezhető az egyes referencia pontok környezetében vizsgált mellkasi felület. Alkalmasan választott hasonlósági "szint" esetén e mellkasfelszíni felületek megegyeznek az egyes vizsgált hallgatódzási areák kiterjedésére vonatkozó orvosi kutatási és tapasztalati eredményekkel. Az alkalmazott mérőrendszerrel a szívhangjel időfüggvények vizsgált szakaszai spektrális jellemzőinek kvantitatív meghatározása azonban a klasszikus areák kiterjedését a vizsgálati szempontoknak megfelelően kvantitatívan jellemezhetővé teszi. Így az egyes spektrális jellemzők "felületfüggő" tulajdonságainak ismeretében a hallgatódzási areáknak a hagyományosnál pontosabb lokalizációja lehetséges.

ELLÁLTOTT TARTALÉK

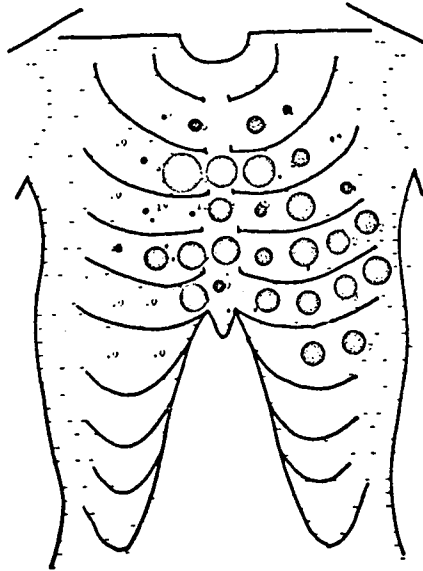


ELLÁLTOTT TARTALÉK 1

MÉRÉSI PONT SORSZÁMAI	ÁLLÉRTÉKEI
1	0,0
2	25,2
3	27,6
4	0,0
5	40,7
6	39,7
7	78,1
8	100,0
9	40,7
10	5,8
11	63,9
12	84,1
13	89,3
14	88,2
15	36,7
16	32,4
17	38,7
18	57,9
19	73,0
20	82,5
21	85,7
22	18,4
23	58,7
24	66,1
25	88,2
26	35,8
27	56,4
28	53,3
29	10,7
30	29,8
31	71,8
32	82,2
33	85,2
34	82,8
35	46,9
36	18,8
37	27,2
38	45,7

5. ábra

A hangszin-hasonlósági viszonyok a 8-as referencia pont (pulmonális billentyű) környezetében

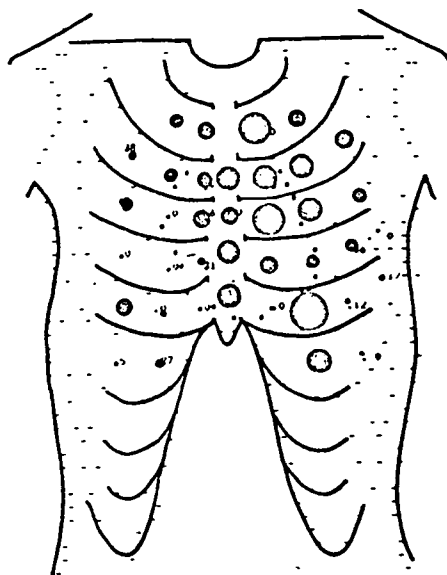


HELYLEI TERKEP (ARAJLAT)

HELYSI PONT SZÁMAI	JELLENŐJEI
1	0.7
2	45.0
3	57.3
4	60.6
5	0.0
6	31.6
7	100.0
8	72.8
9	55.9
10	4.1
11	0.0
12	17.2
13	11.7
14	73.1
15	44.6
16	82.4
17	53.6
18	34.9
19	71.8
20	89.2
21	76.0
22	63.0
23	74.6
24	72.2
25	71.5
26	0.0
27	0.0
28	84.2
29	87.7
30	68.2
31	74.6
32	73.4
33	84.2
34	0.0
35	0.0
36	71.7
37	77.4
38	71.7

6. ábra

A hangszin-hasonlósági viszonyok a 7-es referencia pont (aorta billentyű) környezetében



ELÜLTI TEREP (AMLAZAI)

MÉRÉSI PONT SORSZÁMAI

ÁLLANDÓI

MÉRÉSI PONT SORSZÁMAI	ÁLLANDÓI
1	45.4
2	49.7
3	70.1
4	66.7
5	38.0
6	47.1
7	47.2
8	74.7
9	71.7
10	55.7
11	42.7
12	0.0
13	55.6
14	57.7
15	66.6
16	70.7
17	47.7
18	0.0
19	0.0
20	30.3
21	71.7
22	57.7
23	46.6
24	45.7
25	0.0
26	48.5
27	0.0
28	0.0
29	73.2
30	0.0
31	100.0
32	11.8
33	16.6
34	4.7
35	26.8
36	64.7
37	0.0
38	7.8

7. ábra
A hangszin-hasonlósági viszonyok a 31-es referencia pont
(szívcsucs) környezetében

Az egyes referencia pontok környezetében a kiszámított hasonlósági indexérték alapján a t.s.s.-ek formai hasonlóságát (a teljes második szivhangok hangszínének hasonlósági viszonyait) tükröző ábrák részletesebb áttekintése céljából utalunk arra, hogy az első és a második szivhang keletkezési mechanizmusa egymástól alapvetően eltér. Az utóbbi esetében a nagyér billentyű záródása keltette rezgésjelenségeket tartja az élettani kutatás a döntő tényezőnek.

A bevezetőben megemlített "komplex mechanikai rezgő rendszer" koncepciónak megfelelően, bár ez döntő oka a keletkező hangjelenségnek, valójában a rendszer összes többi elemének részvételével és kölcsönhatásaként jön létre a második szivhang. A pulmonális billentyű mellkafelszíni hallgatódzási areájának hangszín-hasonlóság szerinti kiterjedése (5. ábra) - emlékeztetve az első hanggal kapcsolatban az 1975. évi Neumann Kollokviumon tárgyalt ilyen típusu adatokra - más jelleget mutat a második hang intervallumára vonatkoztatva, eltekintve a hallgatódzási pont szűk környezetétől. (A legnagyobb indexértékkel jellemzett pontoktól.) Az említett area a kisebb indexértékeket is figyelembevéve a pulmonális billentyű hallgatódzási pontja felől (8. mérési pont) a jobb szivkamra mellkafelszíni vetületének irányában (20. mérési pont környezete) csökkenő értékeket mutató módon egy nagyobb kiterjedésű mellkafelszíni felületet fed le. (Ennek "iránya" a vér jobb-kamrai kiáramlási pályája mellkafelszíni vetületének irányára emlékeztet.)

Az aorta billentyű hallgatódzási areája hangszín szerinti vizsgálatának eredményeit a 6. ábra szemlélteti. A hasonlósági indexek tekintetében (a nagy indexértékekre gondolva) a pulmonális billentyű esetében elmondottaknak megfelelő képet látunk a 7. mérési pont szűk környezetét nézve, azzal a különbséggel, hogy a hasonlóság szempontjából kisebb, de jelentős indexértékeket mutató felület nem csupán a bal-, hanem a jobb kamra mellkafelszíni vetületének megfelelő területen is kimutatható (a bal kamra mellkafelszíni vetülete a 31. mérési pont környezete).

Meg kell említenünk, hogy a második szivhang intervallumában egy első, aorta billentyű- és egy második, egészséges esetben ehhez képest későbbi időpillanatban egy pulmonális billentyű eredetű komponens mutatható ki. Ezek időbeli szeparálásának és

spektrális vizsgálatának elvégzése a jövő feladata, amely remélhetően a fentiekben vázolt probléma megválaszolásához is támpontokat ad.

A hangszin-hasonlóság mellkafelszíni viszonyait a 7. ábra szemlélteti a szívcsucs környezetében (31. mérési pont) a második szivhang intervallumára. Az ábrával kapcsolatban elmondható, hogy a szívcsucs hangszin-hasonlósági areája szűknek tekinthető. A kisebb értékek figyelembevételével az orvosi tapasztalattal megegyezően azt állítjuk, hogy a szívcsucs a második hang szempontjából az előzőekhez képest kevésbé informatív hallgatódzási pont.

Összefoglalás

A mellkafelszín 38 vizsgált mérési pontjában a mellkafelszíni rezgéskép energia-eloszlásának és a hagyományos hallgatódzási areák kiterjedésének kvantitatív leírása céljából vizsgálatokat végeztünk a második szivhang intervallumára.

1. Meghatároztuk a mellkafelszín egyes anatómiailag definiált pontjaiban észlelt második szivhangok átlagos teljesítménysűrűség spektrumait.

2. A mellkafelszíni rezgéskép energia-eloszlását az egyes mérési pontokban kvantitatívan jellemeztük.

3. A hallgatódzás és a hagyományos fonokardiográfia tapasztalataival alapvetően egyező, kvantitatív ismereteket szereztünk a pulmonális billentyű, az aorta billentyű és a szívcsucs hagyományos hallgatódzási areáinak kiterjedésére, a második szivhangok hangszínének vonatkozásában, a spektrális tartalom formai hasonlóságának vizsgálatára alapján.

Irodalom

- (1) Shah, P.M., Luisada, A.A.: A revision of the "classic" areas of auscultation of the heart. Am.J.Med.36.293, 1964.
- (2) Luisada, A.A., Shah, P.M.: Controversial and changing aspects of auscultation. Am.J. Cardiol. 11, 774, 1963.

- (3) Bolyky, J., Kozmann, Gy., Szlávik, F.: Kiszámítógépes fonokardiográfiai mérőrendszer fejlesztésének néhány eredménye, Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában, 5. Kollokvium, Szeged, 1975.
- (4) Pártos, O., Bolyky, J.: Néhány eredmény a szív feletti hallgatódzás hagyományos areáinak vizsgálatával kapcsolatban, Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában, 5. Kollokvium, Szeged, 1975.
- (5) Sainani, G.S., Luisada, A.A., Gupta, P.: Mapping of the precordium I, II. Acta Cardiologica, Tome XXIII, 1968, fasc. 2.
- (6) Salud, P., Sane, P., Luisada, A.A.: The auscultatory areas of the right precordium. Giornale Italiano di Cardiologia: vol. 5 n. 3. 1975.
- (7) Yoganathan, A.P., Gupta, R., Udwardia, F.E., Sarma, R., Bing, R.J.: Use of the fast Fourier transform in the frequency analysis of the second heart sound in normal man. Med. and Biol. Eng. July, 1976.

